

IAP20 Rec'd PCT/PTO 03 APR 2006

## Rad für Güterwagen und Radsatz

Die Erfindung betrifft Räder für Eisenbahn-Güterwagen mit unterschiedlichem Messkreisdurchmesser sowie Radsätze für Laufwerke mit derartigen Rädern.

Das UIC-Merkblatt 510-2 VE, Internationaler Eisenbahnverband, Beuth-Verlag GmbH, 10787 Berlin enthält die Bedingungen für den Bau und die Unterhaltung der Räder für Reisezug- und Güterwagen, die im internationalen Verkehr eingesetzt werden. Es umfasst die Raddurchmesser von 330 bis 1000 mm und gibt hierfür die hinsichtlich der Werkstoffbeanspruchung von Rad und Schiene zulässigen Radsatzlasten an. Das Profil des Rades (Laufprofil) wird in dem UIC-Merkblatt durch verschiedene Bereiche beschrieben. Das Laufprofil des Rades weist eine innere Radkranz- oder Radreifenstirnfläche auf, an die sich der Spurkranz anschließt. Der Spurkranz des Laufprofils wird durch die innere Spurkranzflanke, die Spurkranzkuppe und die äußere Spurkranzflanke beschrieben. Der Spurkranz geht in die Kehle des Laufprofils über, an die sich die Lauffläche anschließt. Es folgen die Neigung des äußeren Laufflächenabschnitts, die äußere Abfasung des Laufprofils und die äußere Radkranz- oder Radreifenstirnfläche. Das Laufprofil wird ferner durch die Spurkranzhöhe, Spurkranzdicke, Radkranz- oder Radreifenbreite, den Messkreisdurchmesser, die Radien der Spurkranzkuppe, den Radius der Kehle des Laufprofils und den Winkel der äußeren Spurkranzflanke beschrieben. Die Profilbeschreibung erfolgt immer im Körperkoordinatensystem, dessen Ursprung ( $y = 0$ ,  $z = 0$ ) in der Messkreisebene (750 mm von Radsatzmittelebene) liegt.

Darüber hinaus wird auf die Verordnung über den Bau und Betrieb von Anschlussbahnen jeweils in Fassung der entsprechenden Bundesländer BOA, die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung EBO, die Eisenbahn-Bau- und

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Betriebsordnung für Anschlussbahnen (Muster) EBOA, die Regolamento Internationale Carrozze RIC und die Regolamento Internationale Veicoli RIV verwiesen.

Es sind verschiedene Radprofile bekannt. Beispiele sind das Radprofil S1002 (UIC 510-1), das im Allgemeinen in Fahrwerken für Güterwagen mit normalgroßen Radsätzen verwendet wird und das Radprofil SBB32-3, das vorzugsweise in Wagen der rollenden Landstraße mit kleinen Radsätzen eingesetzt wird. Darüber hinaus sind Profile mit einer besonders flachen Lauffläche bekannt, um einen möglichst flachen Sinuslauf zu erreichen.

Das Radprofil S1002 ist ein auf die Schienenneigung 1:40 angepasstes Profil, das sich dadurch auszeichnet, dass es im Laufe des Verschleißes in der Form über den Laufweg nahezu unverändert bleibt und sich in lauftechnischer Sicht nur geringfügig verändert. Insofern kann das Profil S1002 als Verschleißprofil angesehen werden. Der Flankenwinkel des Spurkranzes beträgt  $70^\circ$ . Nachteilig ist, dass das Profil besonders auf Schienen mit einer Einbauneigung von 1:20 eine geringe Radiusdifferenz zwischen dem rechten und linken Rad infolge eines geringen Verschiebens im Spurkanal entwickelt. Dies wirkt sich besonders bei Laufwerken mit nicht selbstlenkenden Achsen, beispielsweise bei Drehgestellen Y25 negativ aus. Der Radsatz kann aufgrund der fehlenden  $\Delta R$ -Funktion nicht genug Lenkkraft entwickeln, um das Drehgestell ohne Anlaufen an den Spurkranz sanft in den Bogen zu zwingen. Infolge des Anlaufens am Spurkranz kommt es dann zu ruckartigen Lenkbewegungen und damit zu hohen quasistatischen Querkräften, die leicht die Grenzwerte für die Fahrwegbeanspruchung übersteigen können. Dies gilt insbesondere für das Durchfahren von engen Bögen. Ein weiterer Nachteil ist die unstetige Ableitung der  $\Delta R$ -Funktion bei einer Schienenneigung von 1:20.

Das Radprofil SBB32-3 wurde speziell für kleine Laufkreisdurchmesser und dort wiederum für Wagen der rollenden Landstraße entwickelt. Gegenüber dem Profil S1002 zeichnet es sich insbesondere durch den steileren Flankenwinkel von  $75^\circ$

anstatt 70° aus. Der relevante Bereich der Lauffläche hat eine flachere Neigung und damit eine geringere Laufkreisdifférenz als das Profil S1002. Die Spurkranzbreite ist mit 135 mm identisch mit der des S1002. Der Radius von 216 mm zum Einlauf in die Neigung des Spurkranzes beginnt in der Mitte der Messkreisebene. Nach ca. 26 mm in Richtung Flansch geht der Radius 216 mm in den Radius 17,7 mm über, um dann nach weiteren 7 mm in den Radius von 13 mm überzugehen. Mit einer Spurkranzdicke von 32,3 mm liegt auch das Profil SBB32-3 im Rahmen des Profils S1002.

Nachteilig ist, dass bei dem Profil SBB32-3 eine selbststeuernde Funktion des Radsatzes aufgrund der relativ geringen Radiusdifférenz zwischen dem rechten und dem linken Rad infolge des Verschiebens des Radsatzes im Spurkanal ( $\Delta R$ -Funktion) kaum vorhanden ist. Nachteilig ist auch die unstetige Ableitung der  $\Delta R$ -Funktion im Übergang von der Lauffläche zum Spurkranz, die die Ausnutzung größerer Laufkreisradiendifférenzen unmöglich macht. Aufgrund der geringen Konizität des Radprofils ergibt sich in der Geraden eine ausreichende Laufstabilität. Das Radprofil ist nicht formstabil.

Ein weiterer Nachteil der obengenannten Radprofile liegt darin, dass die Y/Q-Werte zu hoch sind.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 8 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäßen Räder sind insbesondere für Radsätze in Laufwerken bestimmt, die auf starke passive radiale Einstellung im Durchlauf von Kurven angewiesen sind und dabei trotzdem bei hohen Fahrgeschwindigkeiten stabil fahren müssen. Das Radprofil der Räder zeichnet sich aufgrund des relativ großen Eingangsradius in den Übergangsbereich von der Lauffläche zum Spurkranz durch eine geringe äquivalente Konizität aus. Damit ist im Geradlauf des Radsatzes ein ruhigeres Fahren möglich. In Bögen ergibt sich aber genügend Laufkreisdifférenz.

Damit geht ein verschleißarmes Verhalten einher. Die Spurkranzflanken werden geschont. Im Falle von Reprofilierungen ist es nicht erforderlich, so viel Volumen abzdrehen, wie bei den konventionellen Radprofilen.

Ein entscheidender Vorteil des Radprofil der erfindungsgemäßen Räder ist, dass Schienen mit Neigungen von sowohl 1:20 als auch 1:40, aber auch Schienen mit anderer Neigung optimal befahren werden können. Die gewählte Radprofilkontur sorgt in Verbindung mit den gängigen Schienenprofilen, beispielsweise UIC60, bei der Radsatzquerauslenkung für kontinuierliche wandernde Rad-/Schienenberührungspunkte über einen großen Bereich des Radprofils. Damit ist auch über die gesamte Profilkontur eine gleichmäßige Verschleißabtragung gegeben, d.h. die Radprofilform des Verschleißprofils bleibt in etwa erhalten.

Für das Radprofil der erfindungsgemäßen Räder ist die Ausbildung insbesondere der Bereiche des Radprofils entscheidend, die durch die Kehle des Laufprofils und die Lauffläche beschrieben werden. Die Bereiche des Radprofils, die durch die Neigung des äußeren Laufflächenabschnitts sowie die äußere Abfasung des Laufprofils und die äußere Radkranz- oder Radreifenstirnfläche beschrieben werden, können abhängig von den jeweilig vorhandenen Oberbaugegebenheiten, wie Weichen, beispielsweise von Flügelschiene auf Herzstückspitze, Bahnübergängen, Straßenpflaster etc. und abhängig von der Verschleißentwicklung des Radprofils (z.B. falscher Spurkranz/Hohl Lauf) steiler oder flacher ausgebildet werden.

Im Folgenden werden zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren im Einzelnen beschrieben.

Es zeigen:

Figur 1

das Radprofil eines Rades für Güterwagen mit einem kleinem Raddurchmesser,

Figuren 2a bis 2c die Profilbeschreibung des Radprofils von Figur 1 im Körperkoordinatensystem einschließlich der Radien der das Profil beschreibenden Kreissegmente,

Figur 3 das Radprofil für Räder mit einem großen Durchmesser und

Figuren 4a bis 4c die Profilbeschreibung des Radprofils von Figur 3 im Körperkoordinatensystem einschließlich der Radien der Kreissegmente.

Die Figur 1 veranschaulicht das Radprofil für Räder mit einem kleinen Durchmesser, das charakteristisch für kleine Räder mit einem Durchmesser von 330 – 760 mm ist. Die Figur 2a zeigt in Tabellenform die einzelnen Koordinaten und Radien eines optimalen Profils für einen Durchmesser von 330 – 760 mm, insbesondere 380 mm, das die Erfinder in einer Vielzahl von Versuchen und Simulationen entwickelt haben, während die Figuren 2b und 2c Wertebereiche für die Koordinaten und Radien angeben. Es hat sich gezeigt, dass die Vorteile der Erfindung auch dann noch zum Tragen kommen, wenn die Koordinaten innerhalb der in den Figuren 2b und 2c angegebenen Wertebereichen liegen.

Das Radprofil für kleine Räder wird durch 10 Bereiche beschrieben, die jeweils zwischen den Punkten 1 bis 11 liegen. Die Profilbeschreibung erfolgt im Körperkoordinatensystem, dessen Ursprung ( $y = 0$ ,  $z = 0$ ) in der Messkreisebene (750 mm von Radsatzmittelebene) liegt. Das beschriebene Radprofil ist für Radsätze bestimmt, die das nach den internationalen Vorschriften (RIC, RIV, UIC) einzuhaltende Spurmaß haben, insbesondere für ein Spurmaß, das zwischen 14 21 und 14 26 mm liegt.

Die Bereiche des Radprofils, die zwischen den Punkten 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4, 5 und 6, 6 und 7 sowie 7 und 8 liegen, werden durch Kreissegmente beschrieben, wobei sich die Kreissegmente, die von Kreisen mit den jeweils angegeben

Mittelpunkten M1 bis M6 und Radien R gebildet werden. Die Kreissegmente mit den angegebenen Mittelpunkten und Radien gehen kontinuierlich ineinander über, d.h. an den Punkten liegen keine Unstetigkeitsstellen vor.

Für die vorteilhaften Laufeigenschaften sind insbesondere die Radien M4, M5 und M6 entscheidend, die die Kreissegmente zwischen den Punkten 5 und 6, 6 und 7 sowie 7 und 8 beschreiben. Diese Bereiche liegen in der Kehle des Laufprofils und der Lauffläche.

Der Radius R16 des Kreises um den Mittelpunkt M4 liegt in einem Toleranzbereich zwischen 15 und 18 mm und läuft im Abstand von 30 bis 32 mm vom Radrücken des Spurkranzes gemessen in die Flankenfläche des Spurkranzes ein. Der Radius R83 um den Mittelpunkt M5 liegt in einem Toleranzbereich zwischen 80 und 84 mm, wobei sich die Mittelpunkte dann entsprechend ändern. Der Radius R303 um den Mittelpunkt M6 liegt in einem Toleranzbereich zwischen 300 und 305 mm und beginnt ausgehend von 4 bis 6 mm von der Mitte des Messkreises, wobei sich die Mittelpunkte dann entsprechend ändern. Bei der bevorzugten Ausführungsform sind die Radien 16, 83 und 303 mm.

Der Profilbereich zwischen den Punkten 4 und 5 wird durch eine Gerade beschrieben, die die x-Achse unter einem Winkel von  $75^\circ$  (Winkel der äußeren Spurkranzflanke) schneidet. Der Flankenwinkel kann aber auch bis unter  $70^\circ$  reichen.

Aufgrund des relativ großen Radius R 303 um den Mittelpunkt M6 im Bereich von 300 bis 305 mm und die sich anschließenden Radien um die Mittelpunkte M5 und M4 von 80 bis 84 mm bzw. 15 bis 18 mm wird in Verbindung mit einem reduzierten Spurmaß eine geringere äquivalente Konizität im Falle des Geradeauslaufes der Radsätze erreicht. Beim Einfahren in enge Bögen kommt es bei Radberührungen des Radsatzes bei ca. 16 mm von der Mitte des Messkreises (Durchmesser) nach der Spurflanke hin gesehen zu einem relativ starken

Ansteigen der Radprofilkontur in Folge des relativ kleinen Radius im Bereich von 80 bis 84 mm um den Mittelpunkt M5. Damit wird eine ausreichend große  $\Delta R$ -Funktion erzeugt, um dem Radsatz beim Bogenlauf ein entsprechend großes Einstellmoment in Folge des tangentialen Längsschlupfes für den gesamten Bereich der Schienenneigung von 1:20 bis 1:40 und darüber hinaus zu geben. Der sich an den Radius um den Mittelpunkt M5 (80 bis 84 mm) anschließende Radius um den Mittelpunkt M4 (15 bis 18 mm), beim Übergang in die um 75° geneigte Flankenfläche, ist etwas größer als bei den bekannten Radprofilen. Im Falle des Anlaufens des Spurkranzes wird somit ein sanfteres stoßarmes Verhalten gewährleistet. Folglich erhält dieser Bereich mit dem Schienenprofil UIC60 (Neigung 1:20 und 1:40) eine „stetigere“ erste Ableitung der  $\Delta R$ -Funktion. Daher können sich auch keine Zweipunktberührungen zwischen Radreifenprofil und Schienenprofil ergeben.

Beim Einlaufen in Bögen führt der sich an den Radius R 303 um den Mittelpunkt M6 anschließende relativ kleine Radius R 83 um den Mittelpunkt M5 zu einem starken Anwachsen der  $\Delta R$ -Funktion im Falle des Anlaufens des Spurkranzes gegen den Schienenkopf. Dies führt wiederum zu einem positiven Lenkmoment des Radsatzes und daraus folgend zu einer besseren radialen Einstellung des Radsatzes. Der sich an den Radius R 83 anschließende Radius R 16 am Übergang in die um 75° geneigte Flankenfläche ermöglicht ein sanftes stoßarmes Anlaufen des Spurkranzes gegen den Schienekopf im Falle von Unstetigkeiten in der Bogenführung der Schiene, die bei großen Gleisfehlern auftreten können. Die aufgrund der größeren  $\Delta R$ -Funktion beim Bogenlauf geringfügig höhere äquivalente Konizität ist unbedenklich, da enge Bögen mit kleineren Geschwindigkeiten befahren werden, bzw. es durch die Zentrifugalkraft des Güterwagens zu einem stabilen Lauf gemäß der vorgegebenen Trassierung kommt.

Die Figur 3 veranschaulicht das Radprofil für große Räder mit einem großem Durchmesser, das charakteristisch für Räder mit einem Durchmesser von 760 – 1000 mm, insbesondere 920 mm ist. Die Figur 4a zeigt in Tabellenform die

einzelnen Koordinaten und Radien eines optimalen Profils für einen Durchmesser von 920 mm, das die Erfinder in einer Vielzahl von Versuchen und Simulationen entwickelt haben, während die Figuren 4b und 4c Wertebereiche für die Koordinaten und Radien angeben. Es hat sich gezeigt, dass die Vorteile der Erfindung auch dann noch zum Tragen kommen, wenn die Koordinaten innerhalb der in den Figuren 4b und 4c angegebenen Wertebereichen liegen.

Aufgrund des größeren Durchmessers ergeben sich für die Koordinaten der Punkte und die Radien der Kreise andere Werte als bei dem unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2a bis 2c beschriebenen Radprofil für kleine Räder. Auch hier sind insbesondere die Bereiche des Radprofils zwischen den Punkten 6 und 7, 7 und 8 sowie 8 und 9 entscheidend, die durch die Kreise mit den Radien M5, M6 und M7 beschrieben werden.

Der Radius R16 des Kreises um den Mittelpunkt M5 liegt in einem Toleranzbereich zwischen 15 und 18 mm und läuft im Abstand von 36 bis 39 mm vom Radrücken des Spurkranzes gemessen in die Flankenfläche des Spurkranzes ein. Der Radius R83 um den Mittelpunkt M6 liegt in einem Toleranzbereich zwischen 80 und 84 mm, wobei sich die Mittelpunkte dann entsprechend ändern. Der Radius R303 um den Mittelpunkt M7 liegt in einem Toleranzbereich zwischen 300 und 305 mm und beginnt ausgehend von 1 bis 2 mm von der Mitte des Messkreises, wobei sich die Mittelpunkte dann entsprechend ändern. Bei der bevorzugten Ausführungsform sind die Radien 16, 83 und 303 mm. Im Gegensatz zu der Ausführungsform nach den Figuren 1 und 2 beträgt der Winkel der äußeren Spurkranzflanke zwischen den Punkten 5 und 6 70°.

Beim Einfahren in enge Bögen kommt es bei Radberührungen des Radsatzes bei schon ca. 13 mm von der Mitte des Messkreises nach der Spurflanke hin gesehen zu einem relativ starken Ansteigen der Radprofilkontur. Wenn die Koordinaten insbesondere der Punkte 6, 7, 8 und 9 in den angegebenen Wertebereichen liegen, ergeben sich auch für größere Räder die gleiche Vorteile, die unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2a bis 2c für kleinere Räder beschrieben sind.



Diesbezüglich wird daher auf die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen.

**Patentansprüche:**

1. Rad für Güterwagen mit einem Messkreisdurchmesser von 330 - 760 mm, insbesondere 380 mm, dessen Radprofil durch die innere Radkranz- oder Radreifenstirnfläche, innere Spurkranzflanke, Spurkranzkuppe, äußere Spurkranzflanke, Kehle des Laufprofils, Lauffläche, Neigung des äußeren Laufflächenabschnitts, äußere Abfasung des Laufprofils und äußere Radkranz- oder Radreifenstirnfläche beschrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Radprofil im Bereich der Kehle des Laufprofils und der Lauffläche durch die folgenden Koordinaten ( $X_{1 \text{ bis } 4}$ ,  $Y_{1 \text{ bis } 4}$ ) im Körperkoordinatensystem, dessen Ursprung ( $x = 0$ ,  $y = 0$ ) in der Messkreisebene liegt, beschrieben wird, die zwischen den angegebenen Wertebereichen liegen:

	$X_{\max}$	$X_{\min}$	Delta X		$Y_{\max}$	$Y_{\min}$	Delta Y
$X_1$	-39,791	-43,979	4,189	$Y_1$	15,683	14,189	1,494
$X_2$	-29,109	-32,173	3,064	$Y_2$	3,823	3,459	0,364
$X_3$	-15,398	-17,018	1,621	$Y_3$	1,098	0,994	0,105
$X_4$	-4,042	-4,468	0,426	$Y_4$	0,223	0,201	0,021

2. Rad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Radprofil im Bereich der Kehle des Laufprofils und der Lauffläche durch die folgenden Koordinaten ( $X_{1 \text{ bis } 4}$ ,  $Y_{1 \text{ bis } 4}$ ) im Körperkoordinatensystem beschrieben wird, die zwischen den angegebenen Wertebereichen liegen:

	$X_{\max}$	$X_{\min}$	Delta X		$Y_{\max}$	$Y_{\min}$	Delta Y
$X_1$	-40,628	-43,142	2,513	$Y_1$	15,384	14,488	0,896
$X_2$	-29,722	-31,560	1,838	$Y_2$	3,750	3,532	0,218
$X_3$	-15,722	-16,694	0,972	$Y_3$	1,077	1,015	0,063
$X_4$	-4,127	-4,383	0,255	$Y_4$	0,218	0,206	0,013

3. Rad nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen den einzelnen Koordinaten liegenden Bereiche des Radprofils durch Kreissegmente beschrieben werden, wobei der Verlauf des Profils zwischen den Kreissegmenten stetig ist.
4. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kehle des Laufprofils durch ein Kreissegment beschrieben wird, dessen Radius zwischen 15 und 18 mm liegt.
5. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die Kehle des Laufprofils ein Bereich der Lauffläche anschließt, der durch ein Kreissegment beschrieben wird, dessen Radius zwischen 80 und 84 mm liegt.
6. Rad nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den an die Kehle des Laufprofils anschließenden Bereich der Lauffläche ein Bereich anschließt, der durch ein Kreissegment beschrieben wird, dessen Radius zwischen 300 und 305 mm liegt.
7. Radsatz mit Rädern nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Radsatz ein Spurmaß hat, das zwischen 1420 mm und 1425 mm liegt.
8. Rad für Güterwagen mit einem Messkreisdurchmesser von 760 – 1000 mm, insbesondere 920 mm, dessen Radprofil durch die innere Radkranz- oder Radreifenstirnfläche, innere Spurkranzflanke, Spurkranzkuppe, äußere Spurkranzflanke, Kehle des Laufprofils, Lauffläche, Neigung des äußeren Laufflächenabschnitts, äußere Abfasung des Laufprofils und äußere Radkranz- oder Radreifenstirnfläche beschrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Radprofil im Bereich der Kehle des Laufprofils und der Lauffläche durch die folgenden Koordinaten ( $X_{1 \text{ bis } 4}$ ,  $Y_{1 \text{ bis } 4}$ ) im

Körperkoordinatensystem, dessen Ursprung ( $x = 0$ ,  $y = 0$ ) in der Messkreisebene liegt, beschrieben wird, die zwischen den angegebenen Wertebereichen liegen:

	$X_{\max}$	$X_{\min}$	Delta X		$Y_{\max}$	$Y_{\min}$	Delta Y
$X_1$	-37,311	-41,239	3,928	$Y_1$	14,157	12,808	1,348
$X_2$	-27,028	-29,873	2,845	$Y_2$	3,693	3,341	0,352
$X_3$	-13,175	-14,561	1,387	$Y_3$	0,954	0,863	0,091
$X_4$	-2,342	-2,589	0,247	$Y_4$	0,129	0,117	0,012

9. Rad nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Radprofil im Bereich der Kehle des Laufprofils und der Lauffläche durch die folgenden Koordinaten ( $X_{1 \text{ bis } 4}$ ,  $Y_{1 \text{ bis } 4}$ ) im Körperkoordinatensystem beschrieben wird, die zwischen den angegebenen Wertebereichen liegen:

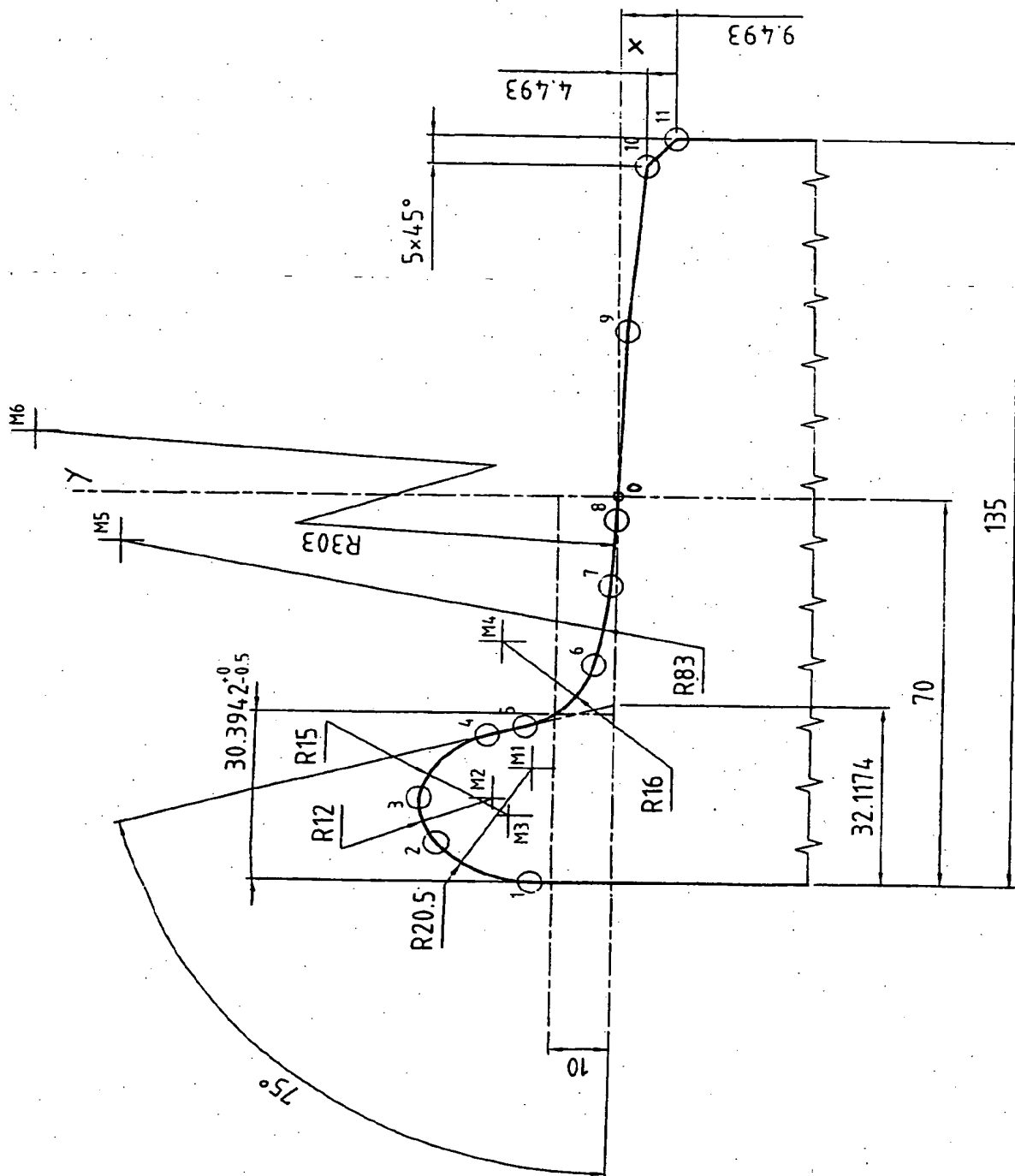
	$X_{\max}$	$X_{\min}$	Delta X		$Y_{\max}$	$Y_{\min}$	Delta Y
$X_1$	-38,097	-40,453	2,357	$Y_1$	13,887	13,078	0,809
$X_2$	-27,597	-29,304	1,707	$Y_2$	3,623	3,411	0,211
$X_3$	-13,452	-14,284	0,832	$Y_3$	0,936	0,881	0,055
$X_4$	-2,392	-2,539	0,148	$Y_4$	0,127	0,120	0,007

10. Rad nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen den einzelnen Koordinaten liegenden Bereiche des Radprofils durch Kreissegmente beschrieben werden, wobei der Verlauf des Profils zwischen den Kreissegmenten stetig ist.

11. Rad nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kehle des Laufprofils durch ein Kreissegment beschrieben wird, dessen Radius zwischen 15 und 18 mm liegt.

12. Rad nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die Kehle des Laufprofils ein Bereich der Lauffläche anschließt, der durch ein Kreissegment beschrieben wird, dessen Radius zwischen 80 und 84 mm liegt.
13. Rad nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den an die Kehle des Laufprofils anschließenden Bereich der Lauffläche ein Bereich anschließt, der durch ein Kreissegment beschrieben wird, dessen Radius zwischen 300 und 305 mm liegt.
14. Radsatz mit Rädern nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei der Radsatz ein Spurmaß hat, das zwischen 1420 mm und 1425 mm liegt.

Fig. 1



Pkt.	X	Y	Pkt.	X	Y	Pkt.	X	Y
0	0,000	0,000	7	-16,208	1,046	M1	-49,500	13,591
1	-70,000	13,591	8	-4,255	0,212	M2	-55,0834	20,000
2	-62,966	29,048	9	30,000	-1,499	M3	-58,051	17,314
3	-55,000	32,000	10	60,000	-4,493	M4	-26,4299	19,0772
4	-43,562	21,196	11	65,000	-9,493	M5	-8,7942	83,1745
5	-41,885	14,936				M6	10,858	302,835
6	-30,641	3,641						

Fig. 2a

3% Abweichung:

Pkt.	X	Y		X <sub>max</sub>	X <sub>min</sub>		Delta X	Y <sub>max</sub>	Y <sub>min</sub>		Delta Y
1	-70,000	13,591		-67,900	-72,100		4,200	13,999	13,183		0,815
2	-62,966	29,048		-61,077	-64,855		3,778	29,919	28,177		1,743
3	-55,000	32,000		-53,350	-56,650		3,300	32,960	31,040		1,920
4	-43,562	21,196		-42,255	-44,869		2,614	21,832	20,560		1,272
5	-41,885	14,936		-40,628	-43,142		2,513	15,384	14,488		0,896
6	-30,641	3,641		-29,722	-31,560		1,838	3,750	3,532		0,218
7	-16,208	1,046		-15,722	-16,694		0,972	1,077	1,015		0,063
8	-4,255	0,212		-4,127	-4,383		0,255	0,218	0,206		0,013
9	30,000	-1,499		30,900	29,100		1,800	-1,454	-1,544		0,090
10	60,000	-4,493		61,800	58,200		3,600	-4,358	-4,628		0,270
11	65,000	-9,493		66,950	63,050		3,900	-9,208	-9,778		0,570

Fig. 2b

5% Abweichung:

Pkt.	X	Y		X <sub>max</sub>	X <sub>min</sub>		Delta X	Y <sub>max</sub>	Y <sub>min</sub>		Delta Y
1	-70,000	13,591		-66,500	-73,500		7,000	14,271	12,911		1,359
2	-62,966	29,048		-59,818	-66,114		6,297	30,500	27,596		2,905
3	-55,000	32,000		-52,250	-57,750		5,500	33,600	30,400		3,200
4	-43,562	21,196		-41,384	-45,740		4,356	22,256	20,136		2,120
5	-41,885	14,936		-39,791	-43,979		4,189	15,683	14,189		1,494
6	-30,641	3,641		-29,109	-32,173		3,064	3,823	3,459		0,364
7	-16,208	1,046		-15,398	-17,018		1,621	1,098	0,994		0,105
8	-4,255	0,212		-4,042	-4,468		0,426	0,223	0,201		0,021
9	30,000	-1,499		31,500	28,500		3,000	-1,424	-1,574		0,150
10	60,000	-4,493		63,000	57,000		6,000	-4,268	-4,718		0,449
11	65,000	-9,493		68,250	61,750		6,500	-9,018	-9,968		0,949

Fig. 2c

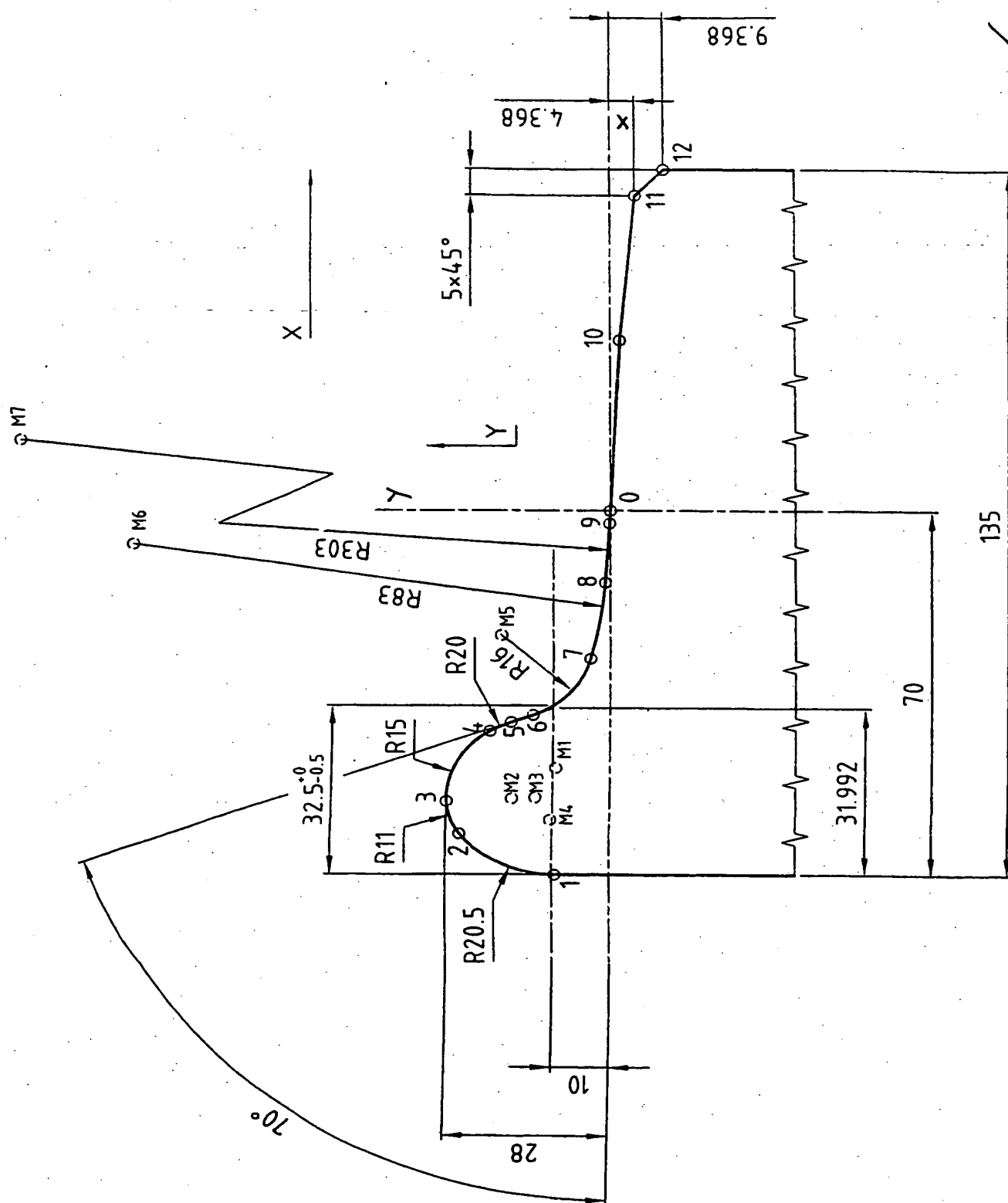


Fig. 3



Pkt.	X	Y	Pkt.	X	Y	Pkt.	X	Y
0	0,0000	0,0000	7	-28,4507	3,5170	M1	-49,5000	9,5190
1	-70,0000	9,5190	8	-13,8679	0,9086	M2	-55,3618	16,9949
2	-62,1491	25,6512	9	-2,4655	0,1232	M3	-55,1642	12,9998
3	-55,9052	27,9815	10	32,4994	-1,6234	M4	-59,4374	10,4038
4	-42,3444	20,7879	11	60,0000	-4,3680	M5	-23,9305	18,9527
5	-40,6426	17,2415	12	65,0000	-9,3680	M6	-6,6036	83,5901
6	-39,2751	13,4826				M7	12,6514	302,7580

Fig. 4a

3% Abweichung:

Pkt.	X	Y		X <sub>max</sub>	X <sub>min</sub>		Delta X	Y <sub>max</sub>	Y <sub>min</sub>		Delta Y
1	-70,0000	9,5190		-67,900	-72,100		4,200	9,805	9,233		0,571
2	-62,1491	25,6512		-60,285	-64,014		3,729	26,421	24,882		1,539
3	-55,9052	27,9815		-54,228	-57,582		3,354	28,821	27,142		1,679
4	-42,3444	20,7879		-41,074	-43,615		2,541	21,412	20,164		1,247
5	-40,6426	17,2415		-39,423	-41,862		2,439	17,759	16,724		1,034
6	-39,2751	13,4826		-38,097	-40,453		2,357	13,887	13,078		0,809
7	-28,4507	3,5170		-27,597	-29,304		1,707	3,623	3,411		0,211
8	-13,8679	0,9086		-13,452	-14,284		0,832	0,936	0,881		0,055
9	-2,4655	0,1232		-2,392	-2,539		0,148	0,127	0,120		0,007
10	32,4994	-1,6234		33,474	31,524		1,950	-1,575	-1,672		0,097
11	60,0000	-4,3680		61,800	58,200		3,600	-4,237	-4,499		0,262
12	65,0000	-9,3680		66,950	63,050		3,900	-9,087	-9,649		0,562

Fig. 4b

5% Abweichung:

Pkt.	X	Y		X <sub>max</sub>	X <sub>min</sub>		Delta X	Y <sub>max</sub>	Y <sub>min</sub>		Delta Y
1	-70,0000	9,5190		-66,500	-73,500		7,000	9,995	9,043		0,952
2	-62,1491	25,6512		-59,042	-65,257		6,215	26,934	24,369		2,565
3	-55,9052	27,9815		-53,110	-58,700		5,591	29,381	26,582		2,798
4	-42,3444	20,7879		-40,227	-44,462		4,234	21,827	19,749		2,079
5	-40,6426	17,2415		-38,610	-42,675		4,064	18,104	16,379		1,724
6	-39,2751	13,4826		-37,311	-41,239		3,928	14,157	12,808		1,348
7	-28,4507	3,5170		-27,028	-29,873		2,845	3,693	3,341		0,352
8	-13,8679	0,9086		-13,175	-14,561		1,387	0,954	0,863		0,091
9	-2,4655	0,1232		-2,342	-2,589		0,247	0,129	0,117		0,012
10	32,4994	-1,6234		34,124	30,874		3,250	-1,542	-1,705		0,162
11	60,0000	-4,3680		63,000	57,000		6,000	-4,150	-4,586		0,437
12	65,0000	-9,3680		68,250	61,750		6,500	-8,900	-9,836		0,937

Fig. 4c

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**